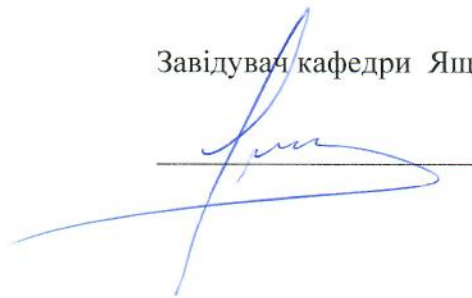


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра прикладної математики**

**Затверджено**

На засіданні  
кафедри прикладної математики  
факультету прикладної математики та  
інформатики  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 31 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри Ящук Ю.О.



**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Методи обчислень”,**  
**що викладається в межах першого (бакалаврського) рівня**  
**вищої освіти для здобувачів з спеціальності**  
**113 Прикладна математика**

Львів 2023 р.

|  |   |
|--|---|
| <b>Назва дисципліни</b>  | Методи обчислень  |
| <b>Адреса викладання дисципліни</b>                              | Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка<br>м. Львів, вул. Університетська 1   |
| <b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>       | Факультет прикладної математики та інформатики<br>Кафедра прикладної математики   |
| <b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>                 | 11 – Математика та статистика<br>113 – Прикладна математика   |
| <b>Викладачі дисципліни</b>                                      | Щербатий Михайло Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики  |
| <b>Контактна інформація викладачів</b>                           | <a href="mailto:mykhaylo.shcherbatyy@lnu.edu.ua">mykhaylo.shcherbatyy@lnu.edu.ua</a> ;<br><a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/shcherbatyy">https://ami.lnu.edu.ua/employee/shcherbatyy</a><br>Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 278.<br>м. Львів, вул. Університетська, 1  |
| <b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b> | Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).  |
| <b>Сторінка курсу</b>  | <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/metody-obchyslen-ovsitnia-prohrama-matematychno-modeliuvannia-ta-komp-iuterna-mekhanika">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/metody-obchyslen-ovsitnia-prohrama-matematychno-modeliuvannia-ta-komp-iuterna-mekhanika</a>   |
| <b>Інформація про дисципліну</b>                                 | Дисципліна “Методи обчислень” є дисципліною на вибір зі спеціальності 113 – Прикладна математика, яка викладається в 6-му семестрі в обсязі 5-ти кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Курс розроблено таким чином, щоб ознайомити студентів з ідеями побудови числових методів; принципами обґрунтування їх збіжності та аналізу похибок; особливостями алгоритмів, що реалізують ці методи; проілюструвати застосування даних методів для розв’язування різноманітних прикладних задач.  |
| <b>Коротка анотація дисципліни</b>                               | У курсі вивчаються прямі та ітераційні методи розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР); інтерполювання та наближення функцій; числове диференціювання та інтегрування функцій; числові методи розв’язування початкових та крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР). Розглядаються алгоритмічна та програмна реалізація даних методів.  |
| <b>Мета та цілі дисципліни</b>                                   | <b>Метою та цілями</b> даного курсу даного курсу є: <ul style="list-style-type: none"> <li>• вивчення студентами постановок основних математичних задач до яких зводиться рішення практичних проблем і чисельних методів їх розв’язання,</li> <li>• набуття студентами навичок розробки алгоритмів та програмної реалізації чисельних методів,</li> <li>• набуття навичок роботи з відомими системами комп’ютерної математики Matlab та Octave;</li> <li>• вміння здійснювати обґрунтований вибір чисельного методу при вирішенні практичної задачі.</li> </ul> |
| <b>Література для вивчення</b>                                   | <b>Основна література</b><br>1. Цегелик Г.Г. Чисельні методи: Підручник. – Львів: ЛНУ імені Івана   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| дисципліни                    | <p>Франка, 2004. – 408 с.</p> <p>2. Костюшко І.А., Любашенко Н.Д., Третиник В.В. Методи обчислень: підручник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 243 с.</p> <p>3. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів. . – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 434 с.</p> <p>4. Kharab A., Guenther R.B. An Introduction to Numerical Methods A MATLAB Approach./ 5 th Ed. – CRC Press, 2023. – 614 p.</p> <p><b>Додаткова література</b></p> <p>5. Quarteroni A., Saleri F., Gervasio P. Scientific Computing with MATLAB and Octave. – Springer, 2014. – 442 p.</p> <p>6. Савула Я.Г. Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 222 с.</p> <p>7. Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри. . – Львів, 2007. – 248 с.</p> <p>8. MATLAB Homepage: <a href="http://www.mathworks.com/products/matlab/">http://www.mathworks.com/products/matlab/</a>.</p> <p>9. GNU Octave Homepage: <a href="http://www.gnu.org/software/octave/">http://www.gnu.org/software/octave/</a></p> <p>10. Іванків К.С., Щербатий М.В. Математичне моделювання біологічних та еколого-економічних процесів. . – Львів, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 153 с.</p> |
| Обсяг курсу                   | Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 години лекцій та 32 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 86 год.  |
| Очікувані результати навчання | <p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p><b>Знати</b> основні чисельні методи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямі та ітераційні методи розв’язування СЛАР;</li> <li>• розв’язування нелінійних рівнянь і систем;</li> <li>• інтерполяції;</li> <li>• середньо-квадратичного наближення;</li> <li>• диференціювання;</li> <li>• інтегрування;</li> <li>• розв’язування задач Коші для систем ЗДР;</li> <li>• розв’язування крайових задач для ЗДР.</li> </ul> <p><b>Вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• застосовувати вивчені методи до конкретних прикладних задач;</li> <li>• здійснювати програмну реалізацію вивчених алгоритмів.</li> <li>• використовувати вбудовані функції систем комп’ютерної математики ( Matlab, Octave) для дослідження сформульованих задач.</li> </ul>   |
| Ключові слова                 | Абсолютна та відносна похибка, система лінійних рівнянь, прямі та ітераційні методи, метод Гауса, метод простих ітерацій, метод Якобі, метод Зейделя, інтерполяція, поліном у формі Лагранжа і Ньютона, сплайни, елемент найкращого наближення, квадратурні формули, скінченні різниці, метод Ньютона, одно- та багатокрокові методи для задач Коші, метод сіток, варіаційні методи, метод скінченних елементів.   |
| Формат курсу                  | Очний<br>Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.   |
| Теми                          | Подано нижче у таблиці Схема курсу “Методи обчислень”  |
| Підсумковий                   | Залік  |

| <b>контроль, форма</b>  |  |                                 |              |                |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
|---|--|---------------------------------|--------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|--|-------|---|----------|----------|----------|---|------------|---|------------|--------|-------|---|---|-------|--------|---|------------|---------|------------|---|---|-----------|--------|--------|--------------|--------|--------------|---|---------------|
| <b>Пререквізити</b>   | Для вивчення даного курсу студенти потребують базових знань з курсів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Математичний аналіз;</li> <li>- Лінійна алгебра;</li> <li>- Диференціальні рівняння;</li> <li>- Вступ до програмування;</li> <li>- Основи програмування.</li> </ul>   |                                 |              |                |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| <b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b> | Презентації, лекції, матеріали лабораторних занять.<br>Домашні та індивідуальні завдання.  |                                 |              |                |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| <b>Необхідне обладнання</b>   | Комп'ютер, доступ до Internet мережі.  |                                 |              |                |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| <b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>                | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Оцінка за шкалою ECTS</th> <th rowspan="2">Оцінка в балах</th> <th colspan="3">Оцінка за національною шкалою</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Екзамен, диференційований залік</th> <th>залік</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Відмінно</td> <td>100 - 90</td> <td>Відмінно</td> <td>5</td> <td rowspan="5">зараховано</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Дуже добре</td> <td>81- 89</td> <td rowspan="2">Добре</td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Добре</td> <td>71 -80</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Задовільно</td> <td>61 - 70</td> <td rowspan="2">Задовільно</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Достатньо</td> <td>51- 60</td> </tr> <tr> <td>FX (F)</td> <td>Незадовільно</td> <td>0 - 50</td> <td>Незадовільно</td> <td>2</td> <td>не зараховано</td> </tr> </tbody> </table> <p>Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• індивідуальні завдання: 70% семестрової оцінки; максимальна кількість балів (5 завдань; максимальна кількість балів за кожне завдання – 12, 12, 18, 12 та 16 балів);</li> <li>• контрольна робота: 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20;</li> <li>• активність на заняттях: 10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10.</li> </ul> <p>Загалом протягом семестру 100 балів.</p> <p>Для кожного завдання встановлено терміни здачі. Завдання, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.</p> <p><b>Критерії індивідуальних завдань та контрольної роботи.</b> За кожне завдання студент отримує <math>SZ</math> балів, які обчислюється за формулою</p> $SZ=S*k,$ <p>де <math>k</math> – коефіцієнт виконання завдання, <math>k \in [0,1]</math>, <math>S</math> – максимальне кількість балів за дане завдання.</p> | Оцінка за шкалою ECTS           |              | Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою |                               |  | Екзамен, диференційований залік |  | залік | A | Відмінно | 100 - 90 | Відмінно | 5 | зараховано | B | Дуже добре | 81- 89 | Добре | 4 | C | Добре | 71 -80 | D | Задовільно | 61 - 70 | Задовільно | 3 | E | Достатньо | 51- 60 | FX (F) | Незадовільно | 0 - 50 | Незадовільно | 2 | не зараховано |
| Оцінка за шкалою ECTS   |  |                                 |              |                | Оцінка в балах                | Оцінка за національною шкалою |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
|   |  | Екзамен, диференційований залік |              | залік          |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| A   | Відмінно   | 100 - 90                        | Відмінно     | 5              | зараховано                    |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| B   | Дуже добре   | 81- 89                          | Добре        | 4              |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| C   | Добре  | 71 -80                          |              |                |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| D   | Задовільно   | 61 - 70                         | Задовільно   | 3              |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| E   | Достатньо  | 51- 60                          |              |                |                               |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |
| FX (F)  | Незадовільно   | 0 - 50                          | Незадовільно | 2              | не зараховано                 |                               |  |                                 |  |       |   |          |          |          |   |            |   |            |        |       |   |   |       |        |   |            |         |            |   |   |           |        |        |              |        |              |   |               |

| $k$ – коефіцієнт виконаного завдання | Критерії оцінювання   |
|--------------------------------------|---|
| $k \in [0.9, 1]$                     | Студент повністю виконав умови завдання; алгоритм реалізовано правильно; відповідає на практично на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання; проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів.                                 |
| $k \in [0.7, 0.9)$                   | Студент повністю виконав умови завдання; алгоритм реалізовано правильно; на деякі питання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями; проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями.              |
| $k \in [0.5, 0.7)$                   | Студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач; на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями; проводить аналіз отриманих результатів з неточностями. |
| $k \in [0.3, 0.5)$                   | Студент виконав завдання частково; алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач; на запитання відповідає з помилками; проводить аналіз отриманих результатів з помилками.                          |
| $k \in [0.1, 0.3)$                   | Студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які самостійно не може виправити; переважно не відповідає на запитання.  |
| $k \in (0, 0.1)$                     | Студент виконав завдання частково або з грубими помилками, які самостійно не може виправити; демонструє незнання матеріалу.   |
| $k = 0$                              | Студент не виконав завдання.  |

**Академічна доброчесність:** Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання домашніх та індивідуальних завдань, передбачених курсом.

**Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.

**Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані при поточному тестуванні та самостійній роботі. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат;

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <p>несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.<br/> Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>  |
| <b>Питання до матеріалу курсу</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Класифікація методів .</li> <li>2. Метод Гауса. Алгоритм методу та його програмна реалізація.</li> <li>3. Застосування методу Гауса до обчислення визначників і до обертання матриць.</li> <li>4. Розв'язування СЛАР з використанням LU розкладу.</li> <li>5. Ітераційні методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод простої ітерації, метод Зейделя. Програмна реалізація ітераційних методів.</li> <li>6. Чисельні методи розв'язування систем нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації, метод Ньютона.</li> <li>7. Постановка задач інтерполявання та наближення функцій.</li> <li>8. Інтерполяційний поліном Лагранжа.</li> <li>9. Скінченні та розділені різниці. Інтерполяційні поліноми Ньютона. Кусково-поліноміальна інтерполяція.</li> <li>10. Інтерполяція сплайнами.</li> <li>11. Наближення функцій методом найменших квадратів.</li> <li>12. Алгоритмічна та програмна реалізація методів інтерполяції та апроксимації функцій однієї змінної.</li> <li>13. Постановка задачі числового інтегрування функції однієї змінної. Квадратурні формули Ньютона-Котесса. Квадратурні формули найвищої міри точності.</li> <li>14. Алгоритмічна та програмна реалізація квадратурних формул Ньютона-Котесса.</li> <li>15. Загальна схема числових методів розв'язування початкових задач для систем звичайних диференціальних рівнянь (СЗДР). Класифікація методів.</li> <li>16. Методи Рунге-Кутта.</li> <li>17. Багатокрокові методи розв'язування СЗДР.</li> <li>18. Програмна реалізація методів Рунге-Кутта.</li> <li>19. Методи розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь. Метод сіток. Варіаційні методи розв'язування крайових задач для ЗДР. Метод Рітца. Метод найменших квадратів. Метод скінченних елементів.</li> </ol> |
| <b>Опитування</b>                 | <p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>   |

## Схема курсу “Методи обчислень”

| Тиж. | Тема, план, короткі тези  | Форма діяльності (заняття)        | Література, Ресурси в інтернеті | Завдан ня, год. | Термін виконан ня                |
|------|---|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1    | <b>Тема 1.</b> Математичне моделювання та обчислювальний експеримент. Елементи теорії похибок.  | Лекція,<br>Самостійна робота      | [2-5, 10]                       | 2<br>2          | 1 тиждень                        |
|      | <b>Тема 1.</b> Системи комп’ютерної математики (СКМ). Робота в середовищі Matlab/Octave. Створення m-файлів.  | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [4,5,8,9]                       | 2<br>4          | Під час заняття                  |
| 2    | <b>Тема 2.</b> Чисельні методи розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Класифікація методів. Метод Гауса. Знаходження визначника матриці та оберненої матриці. | Лекція,<br>Самостійна робота      | [1-5]                           | 2<br>2          | 1 тиждень                        |
|      | <b>Тема 2.</b> Робота з масивами в Matlab/Octave. Елементи мови програмування СКМ Matlab/Octave.  | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [4,5,8,9]                       | 2<br>4          | Під час заняття                  |
| 3    | <b>Тема 3.</b> Методи факторизації матриці (LU розклад, метод Холецького). Розв’язування СЛАР з використанням LU розкладу.  | Лекція,<br>Самостійна робота      | [2,3,4,5,7]                     | 2<br>2          | 1 тиждень                        |
|      | <b>Тема 3.</b> Програмна реалізація методу Гауса розв’язування СЛАР. Побудова LU розкладу матриці.  | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [3,4,5,7-9]                     | 2<br>3          | Під час заняття                  |
| 4    | <b>Тема 4.</b> Ітераційні методи розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Загальна схема ітераційних методів. (метод простої ітерації (метод Якобі), метод Зейделя).   | Лекція,<br>Самостійна робота      | [3-5,7]                         | 2<br>2          | 1 тиждень                        |
|      | <b>Тема 4.</b> Програмна реалізація методу простої ітерації та методу Зейделя розв’язування СЛАР.<br><i>Індивідуальне завдання 1.</i>   | Лабораторна,<br>Самостійна робота | [3,4,5,7-9]                     | 2<br>3          | Під час заняття<br><br>1 тиждень |
| 5    | <b>Тема 5.</b> Чисельні методи  | Лекція,                           | [2-5]                           | 2               | 1                                |

|   |   |                                |             |        |                                |
|---|---|--------------------------------|-------------|--------|--------------------------------|
|   | розв'язування нелінійних рівнянь та систем (метод простої ітерації, метод Ньютона та його модифікації).   | Самостійна робота              |             | 2      | тиждень                        |
|   | <b>Тема 5.</b> Програмна реалізація методу простої ітерації та методу Ньютона розв'язування нелінійного рівняння.<br><i>Індивідуальне завдання 2.</i> | Лабораторна, Самостійна робота | [3,4,5,8,9] | 2<br>4 | Під час заняття<br><br>2 тижні |
| 6 | <b>Тема 6.</b> Постановка задач інтерполювання та наближення функцій. Інтерполяційний поліном Лагранжа.   | Лекція, Самостійна робота      | [1-5]       | 2<br>3 | 1 тиждень                      |
|   | <b>Тема 6.</b> Інтерполювання функцій однієї змінної з допомогою інтерполяційного поліному Лагранжа.  | Лабораторна, Самостійна робота | [3-5,8,9]   | 2<br>2 | Під час заняття                |
| 7 | <b>Тема 7.</b> Скінченні та розділені різниці. Інтерполяційні поліноми Ньютона. Формули числового диференціювання.                                    | Лекція, Самостійна робота      | [1-5]       | 2<br>3 | 1 тиждень                      |
|   | <b>Тема 7.</b> Інтерполяційні поліноми Ньютона. Порівняння з інтерполяційним поліномом Лагранжа.<br><i>Індивідуальне завдання 3.</i>                  | Лабораторна, Самостійна робота | [1-5]       | 2<br>4 | Під час заняття<br><br>2 тижні |
| 8 | <b>Тема 8.</b> Кусково-поліноміальна інтерполяція. Інтерполювання з допомогою сплайнів.   | Лекція, Самостійна робота      | [1-5]       | 2<br>3 | 1 тиждень                      |
|   | <b>Тема 8.</b> Кусково-поліноміальна інтерполяція. Інтерполювання сплайнами. Вбудовані функції Matlab/Octave для інтерполювання функцій.              | Лабораторна Самостійна робота  | [3,4,5,8,9] | 2<br>3 | Під час заняття                |
| 9 | <b>Тема 9.</b> Наближення функцій. Метод найменших квадратів.   | Лекція, Самостійна робота      | [2-5]       | 2<br>2 | 1 тиждень                      |



|    |   |                                |             |        |                                |
|----|---|--------------------------------|-------------|--------|--------------------------------|
|    | <b>Тема 9.</b> Наближення функцій однієї змінної. Вбудовані функції Matlab/Octave.  | Лабораторна, Самостійна робота | [3,4,5,8,9] | 2<br>2 | Під час заняття                |
| 10 | <b>Тема 10.</b> Постановка задачі числового інтегрування функції однієї змінної. Квадратурні формули Ньютона-Котеса.  | Лекція, Самостійна робота      | [2-5]       | 2<br>2 | 1 тиждень                      |
|    | <b>Тема 10.</b> Програмна реалізація узагальнених квадратурних формул прямокутників і трапецій.<br><i>Індивідуальне завдання 4.</i>   | Лабораторна, Самостійна робота | [4,5,8,9]   | 2<br>4 | Під час заняття<br><br>2 тижні |
| 11 | <b>Тема 11.</b> Квадратурні формули найвищої міри точності.   | Лекція, Самостійна робота      | [2-5]       | 2<br>2 | 1 тиждень                      |
|    | <b>Тема 11.</b> Програмна реалізація узагальнених квадратурної формули парабол. Вбудовані функції Matlab/Octave обчислення інтегралів.  | Лабораторна, Самостійна робота | [4,5,8,9]   | 2<br>4 | Під час заняття                |
| 12 | <b>Тема 12.</b> Чисельні методи розв'язування початкових задач для систем звичайних диференціальних рівнянь (СЗДР). Класифікація методів. Методи Рунге-Кутта.                                     | Лекція, Самостійна робота      | [1-5,10]    | 2<br>3 | 1 тиждень                      |
|    | <b>Тема 12.</b> Програмна реалізація методу Ейлера та класичного (чотиристадійного) методу Рунге Кутта з постійним кроком.<br><i>Індивідуальне завдання 5.</i>                                    | Лабораторна, Самостійна робота | [4,5,8,9]   | 2<br>5 | Під час заняття<br><br>3 тижні |
| 13 | <b>Тема 13.</b> Багатокрокові методи розв'язування СЗДР.  | Лекція, Самостійна робота      | [2,4,10]    | 2<br>2 | 1 тиждень                      |
|    | <b>Тема 13.</b> Програмна реалізація методу Ейлера та класичного (чотиристадійного) методу Рунге Кутта з постійним кроком для системи двох рівнянь. Вбудовані функції Matlab/Octave розв'язування | Лабораторна, Самостійна робота | [4,5,8,9]   | 2<br>3 | Під час заняття                |

|    |   |                                      |           |        |                    |
|----|---|--------------------------------------|-----------|--------|--------------------|
|    | задач Коші дл СЗДР.   |                                      |           |        |                    |
| 14 | <b>Тема 14.</b> Методи розв'язування крайових задач для ЗДР. Метод сіток.   | Лекція,<br>Самостійна<br>робота      | [1-5]     | 2<br>2 | 1<br>тиждень       |
|    | <b>Тема 14.</b> Програмна реалізація методу сіток розв'язування крайової задачі для звичайного диференціального рівняння другого порядку. | Лабораторна,<br>Самостійна<br>робота | [4,5,8,9] | 2<br>3 | Під час<br>заняття |
| 15 | <b>Тема 15.</b> Варіаційні методи розв'язування крайових задач для ЗДР. Метод Рітца. метод Гальоркіна. Метод найменших квадратів.         | Лекція,<br>Самостійна<br>робота      | [1,3,7]   | 2<br>4 | 1<br>тиждень       |
|    | <b>Тема 15.</b> Контрольна робота.  | Лабораторна,                         |           | 2      | Під час<br>заняття |
| 16 | <b>Тема 16.</b> Метод скінченних елементів.   | Лекція,<br>Самостійна<br>робота      | [7]       | 2<br>4 | 1<br>тиждень       |
|    | <b>Тема 16.</b> Приймання індивідуального завдання 5. Аналіз результатів. Підведення підсумків.   | Лабораторна                          |           | 2      | Під час<br>заняття |